

Представлено результати досліджень управління ефективністю етапів життєвого циклу промислових виробів підприємств. Розроблені математичні моделі функції ефективності управління та індексу керівництва. Проведено функціональне, інформаційне та імітаційне моделювання виробничих процесів. На прикладі технологічної підготовки виробництва (ТПВ) представлені методи оцінки якості ТПВ та управління ефективністю ТПВ. Показано застосування розроблених моделей, методів та склад нової інформаційної технології

Ключові слова: інформаційні системи, показники діяльності, технологічна підготовка виробництва, управління ефективністю

Представлены результаты исследований управления эффективностью этапов жизненного цикла промышленных изделий предприятий. Разработаны математические модели функции эффективности управления и индекса руководства. Проведено функциональное, информационное и имитационное моделирование производственных процессов. На примере технологической подготовки производства (ТПП) представлены методы оценки качества ТПП и управления эффективностью ТПП. Показано применение разработанных моделей, методов и состав новой информационной технологии

Ключевые слова: информационные системы, показатели деятельности, технологическая подготовка производства, управление эффективностью

УДК 004.94:005.311.2

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.36070

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

П. М. Павленко

Доктор технічних наук, професор,
заступник директора
Інститут інформаційно-діагностичних
систем з науково-методичної роботи*

E-mail: petrprav@nau.edu.ua

О. В. Заріцький

Кандидат технічних наук, докторант*

E-mail: petrprav@nau.edu.ua

А. О. Хлевний

Провідний інженер*

E-mail: andlev@ya.ru

*Національний авіаційний університет
пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ,
Україна, 03680

1. Вступ

Промислово розвинуті країни світу впроваджують і застосовують інформаційні системи виробничого призначення, які забезпечують наскрізну автоматизацію процесів життєвого циклу виробів (ЖЦВ) промислового виробництва. Функціональні можливості таких систем як CAD/CAM/CAE, ERP, PDM та інших разом із технологіями прототипування і прискореного виготовлення виробів забезпечують потреби як масового споживача, так і його індивідуальні потреби. Згідно з CALS-технологіями реальні бізнес-процеси відображаються у віртуальному інформаційному середовищі, де опис продукту подано у вигляді повного електронного опису виробу, а середовище його створення і середовище експлуатації – у вигляді систем моделювання процесів. Усі три складові (розробка продукту, середовища його створення і середовище експлуатації) не тільки взаємозалежні, а й безперервно вдосконалюються на протязі ЖЦВ завдяки застосуванню інформаційних систем.

На всіх етапах ЖЦВ відбувається управління різними процесами для досягнення певних цілей. При цьому учасники життєвого циклу прагнуть досягти поставлених цілей із максимальною ефективністю. Разом з тим, це прагнення має локальний характер, тобто забезпечується за рахунок досвіду та інтуїції

фахівців (CAD/CAM/CAE, CRM, SCM та ін.) або за рахунок одно факторної оптимізації (MES- та ERP – системи). Тому, актуальними є дослідження механізмів управління ефективністю процесів ЖЦВ з точки зору комплексності та інтеграції даних інтегрованих інформаційних систем.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Управління процесами ЖЦВ пострадянських промислових підприємств має суттєві відмінності від аналогічних процесів закордонних підприємств. З радянських часів залишилась традиційна організаційна, методологічна, інформаційна та нормативна основа управління процесами ЖЦВ [1–3]. Приблизно з 1995 року українським підприємствам стали частково доступні різноманітні інформаційні системи проектування, управління та документообігу. Результати сучасної автоматизації процесів проектування виробів, управління виробництвом та верстатами і іншим обладнанням, як правило, задовольняють потреби підприємств. Разом з тим існують певні проблеми [4, 5].

Так, як правило, всі системи мають закриті для адаптації та розвитку базові програмні та математичні ядра, які є комерційною таємницею їх розробників. Крім того, кожна з систем реалізує закладену в неї тех-

нологію обробки даних відповідно до закладених розробниками системи шаблонів виробничих бізнес-процесів. На жаль, як дані, так і процеси ЖЦВ у країнах, де розроблялись (і застосовуються) інформаційні системи мають принципово іншу основу для їх подальшої автоматизації в ході експлуатації систем [1, 3, 6–9].

Повною мірою вище зазначені відмінності відносять до задач управління процесами ЖЦВ. До теперішнього часу жодна із ERP чи інших інформаційних систем не вирішує завдання управління ефективністю процесів ЖЦВ. У науковій літературі існують тільки загальні постановки цієї важливої для промислових підприємств проблеми [1, 2, 10–13].

3. Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є розробка моделей, методу та інформаційної технології управління процесами ЖЦВ на базі сучасних CALS- та PLM-технологій.

Для досягнення мети дослідження, в статті на прикладі процесів технологічної підготовки виробництва (ТПВ) машинобудівного виробництва представлено результати формалізації інформаційних об'єктів ТПВ, побудови організаційних, функціональних і інформаційних моделей ТПВ для виявлення ключових показників діяльності, імітаційного моделювання та розробки методу оцінки ефективності ТПВ та методу управління ТПВ.

На основі отриманих моделей, методів та алгоритмів необхідно розробити інформаційну технологію та провести її практичну апробацію на прикладі розробки інформаційного та прикладного забезпечення підсистеми управління процесами ТПВ базових для дослідження машинобудівних підприємств України.

4. Методи та інструментальні засоби досліджень

Колективом вітчизняних розробників Науково-дослідної лабораторії інтегрованих CALS-технологій Національного авіаційного університету розроблена методологія управління ефективністю етапів ЖЦВ [3, 14, 15]. Ця методологія є сукупністю методів управління даними, розроблених математичних моделей, алгоритмічного, інформаційного та програмного забезпечення, комплексного інформаційного, функціонального та імітаційного моделювання. В якості інструментального засобу використано універсальну PDM-систему (Product Data Management) Enovia SmartTeam v5 – розробник корпорація Dassault Systemes (Франція) та сучасний інструментальний засіб моделювання виробничих даних і процесів – ARIS (Німеччина) для моделювання процесів ТПВ [16, 17] та ARIS Simulation для імітаційного моделювання процесу управління ефективністю ТПВ.

5. Розробка інформаційної технології управління ефективністю промислового виробництва

Управління системою ТПВ можна охарактеризувати ключовими показниками ефективності, описаними

для різних рівнів управління. Показники повинні відображати стан системи ТПВ на всіх рівнях від найпростіших операцій до комплексного процесу верхнього рівня і розглядатися з точки зору складових її об'єктних областей: «Продукт», «Процес», «Ресурс» [3, 4]. Необхідною умовою коректного використання ключових показників ефективності в управлінні ТПВ є використання їх в рамках роботи всього підприємства, тому що систему ТПВ необхідно розглядати як складну відкриту ієрархічну систему, побудовану на основі розділення операцій.

Для прикладу в табл. 1 представлено показники, використані для характеристики «Продукт» ТПВ. «Продуктом» у рамках системи ТПВ є безпосередньо розроблені комплекти конструкторсько-технологічної документації (КТД) (в паперовому чи електронному варіанті), а в рамках роботи всього підприємства – його конкретна продукція згідно з номенклатурою виробництва. У табл. 1 показники 1–3 та 10 відносять до показників рівня підприємства, показники 4–9 – до показників безпосередньо системи ТПВ. Показники рівня підприємства вводять тому, що показники в системі ТПВ пов'язані з ними в межах виконання плану виробництва.

Таблиця 1

Показники об'єктної області «Продукт»

№	Назва показника	Позначення	Одиниця виміру
1	Виробнича програма всіх виробів на рік за номенклатурою, де n – кількість найменувань у номенклатурі	$N_{\text{ПР}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{ПР}_i}$	шт./рік
2	Фактичне виконання виробничої програми за кожною позицією номенклатури	$N_{\text{ФР}_i}$	шт./рік
3	Коефіцієнт виконання виробничого плану за номенклатурною групою	$K_{\text{Р}_i} = \frac{N_{\text{ФР}_i}}{N_{\text{ПР}_i}}$	б/р.
4	Планова кількість комплектів КТД за номенклатурою	$N_{\text{КТДП}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{КТДП}_i}$	шт./рік
5	Фактична кількість комплектів КТД за номенклатурою	$N_{\text{КТДФ}_i}$	шт./рік
6	Коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою, де $k_{\text{П}}$ – коефіцієнт, що враховує розробку КТД відповідно до графіку $k_{\text{П}} = \{0 \div 1\}$	$K_{\text{КТД}} = \frac{N_{\text{КТДФ}_i}}{N_{\text{КТДП}_i}} \cdot k_{\text{П}}$	б/р.
7	Середній коефіцієнт застосування одного комплекту КТД	$\bar{\eta} = \frac{N_{\text{ПР}}}{N_{\text{КТД}}}$	б/р.
8	Середня вартість розробки комплекту КТД	$\bar{B}_{\text{КТД}}$	грн.
9	Сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік	$K_{\text{СЗ}} = \sum_{i=1}^n K_{\text{СЗ}_i}$	шт.
10	Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається за ISO 9000:2008	K_{ISO}	шт.

Аналогічно для предметних областей «Процес» і «Ресурс» також виділяють ключові показники. Потім розробленою експертною методикою для кожного конкретного підприємства встановлюють шість основних базових для ТПВ ключових показників, які надалі застосовуватимуться для управління ефективністю всіх процесів ТПВ підприємства.

Стан управління системою ТПВ у дискретні моменти часу може бути визначений через оцінку ключових показників діяльності підрозділів, які виконують функції ТПВ. Кожний із ключових показників можна представити рядом дискретних значень у певний момент часу.

У загальному вигляді стан системи ТПВ може бути представлений вектором у просторі Φ_E , який характеризується парою точок. За базову будемо розглядати таку точку, яка характеризує початковий стан системи Φ_{E0} . Стан системи в певний момент часу характеризується точкою Φ_E та є кінцем вектора Φ_E . Величина вектора характеризує рівень ефективності системи ТПВ у даний момент часу.

Базові ключові показники діяльності ТПВ ($K_{КТД}$, $T_{КТД}$, $\bar{B}_{КТД}$, $K_{СЗ}$, K_{ISO} , $I_{ПАЗ}$) можуть бути представлені відповідним набором числових значень у дискретні періоди часу – $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$, де a_i – значення відповідного показника діяльності $i = 1, 6$.

Значення параметрів $\{a_1, \dots, a_6\}$ будемо розглядати як координати точки Φ_E в афінному просторі A . Афінний простір подібний до векторного простору, але всі точки цього простору є рівноправними і в ньому не визначене поняття початку відліку [18]. Тоді різними станами системи ТПВ будуть відповідати різні точки в просторі A в певні періоди часу (рис. 1).

Кожна пара точок простору A однозначно визначає вектор Φ_E , який належить асоційованому лінійному простору L . Так точкам $\Phi_{E0} = \{a_{10}, a_{20}, a_{30}, a_{40}, a_{50}, a_{60}\}$ та $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$ відповідає вектор $\vec{\Phi}_E = \Phi_E - \Phi_{E0} = \{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \tilde{a}_4, \tilde{a}_5, \tilde{a}_6\}$, де $\tilde{a}_i = a_i - a_{i0}$, $i = 1, 6$.

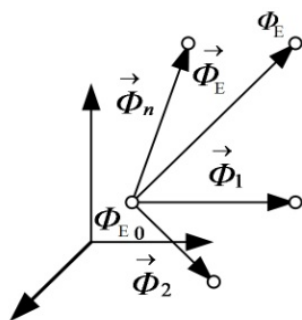


Рис. 1. Стани системи ТПВ

Урахувавши, що в афінному просторі не введене поняття початку відліку, взявши точку Φ_{E0} за базову точку простору A , яка є початком усіх векторів Φ_E , будемо вважати що точці Φ_{E0} відповідає початковий стан системи ТПВ.

Наступні стани системи будуть описані іншими точками в просторі A в різні періоди часу. Це можуть бути дискретні, заздалегідь визначені періоди часу для здійснення оцінки динаміки розвитку системи ТПВ або разові оцінки в змінах якості системи ТПВ

після впровадження певних організаційно-технічних удосконалень.

У зв'язку з тим, що показники діяльності мають різну природу, вони впливають на систему не однаково. Так збільшення одних показників призводить до збільшення показника ефективності системи, а інших – до погіршення стану. Тому розрахунок нормованих показників діяльності відбуватиметься за формулами з табл. 2.

Таблиця 2

Перехід до безрозмірних величин показників діяльності

Ключовий показник	$\vec{\Phi}_E \rightarrow \max$ при,	Формула нормування
$K_{КТД}$	$\rightarrow \max$	$\bar{a}_i = \frac{a_i - a_{i0}}{a_{i0}}$
$I_{ПАЗ}$	$\rightarrow \max$	
$T_{КТД}$	$\rightarrow \min$	$\bar{a}_i = \frac{a_{i0} - a_i}{a_i}$
$\bar{B}_{КТД}$	$\rightarrow \min$	
$K_{СЗ}$	$\rightarrow \min$	
K_{ISO}	$\rightarrow \min$	

Цільова функція для визначення рівня показника ефективності системи управління $\Phi_E = f(a_i)$ з урахуванням формул нормування в табл. 2 матиме вигляд:

$$\Phi_E = \alpha \sum_{i=0}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 - \beta \sum_{i=0}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2. \quad (1)$$

де g_i – вагові коефіцієнти парного порівняння ключових показників діяльності, розраховані за експертною методикою; α , β – вагові коефіцієнти ключових показників діяльності.

Значення вектору \bar{a}_i стану за кожним показником береться для розрахунків з відповідними знаками залежно від позитивної чи негативної динаміки розвитку показників. Вагові коефіцієнти g_i можуть розраховуватися за різними сценаріями методики експертів залежно від стратегічних задач і ресурсів, які є в розпорядженні підприємства для реалізації заходів щодо підвищення ефективності підрозділів, задіяних у ТПВ.

Отримані результати аналізу і обробки даних ТПВ та проведене функціональне моделювання процесів ТПВ покладені в основу методу оцінки якості системи ТПВ. Суть та послідовність обробки інформації в рамках методу оцінки якості управління ТПВ може бути представлена алгоритмом на рис. 2.

Для операційного аналізу основних елементів діяльності в рамках ТПВ та взаємозв'язків між ними застосовано структурний підхід до розгляду організаційних моделей ТПВ [18, 19]. Структурний підхід передбачає використання багатьох показників, з яких виділяється два основних: розділення праці та охоплення контролем, як критичні для показників ефективності роботи підрозділів, задіяних в ТПВ. Складовими зазначеного показника є кількість відповідних фахівців та опосередковано кількість рівнів контролю, які впливають на швидкість погодження

документів та помилки, обумовлені людським фактором.

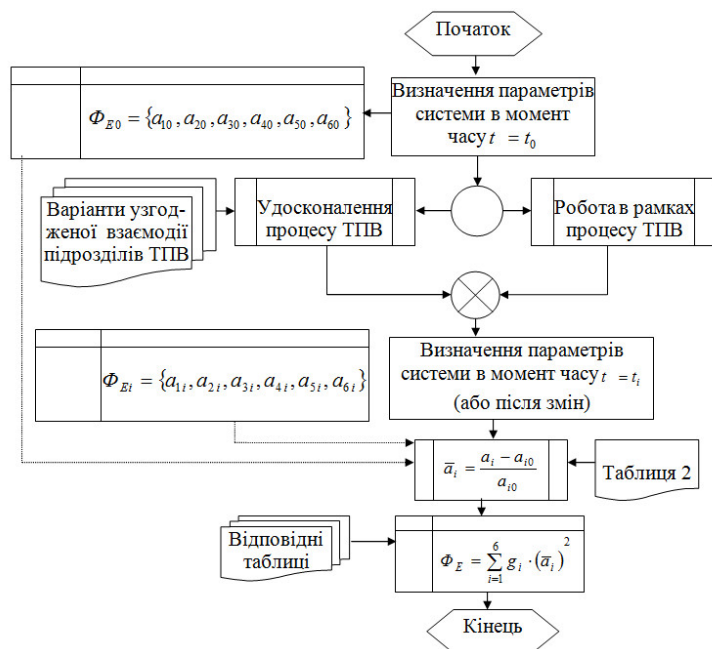


Рис. 2. Алгоритм методу оцінки якості ТПВ

Застосування існуючих норм керованості дає уявлення про можливу кількість взаємовідносин та не характеризує їх складність, тому автори запропонували ввести нове поняття індексу керівництва I_K , який би враховував зазначені фактори та умови ТПВ сучасних підприємств.[14]

Модель взаємовідношень «керівник організаційної одиниці – підлеглий» може бути розглянута як сукупність факторів, що описують рівень складності зазначених взаємовідношень. З урахуванням особливостей розосереджених підприємств [14] та аналізу відповідних моделей, запропоновано застосовувати наступні фактори з визначенням оціночних шкал:

1. Географічне віддалення підрозділів. Сучасні розосереджені підприємства (окремі їх підрозділи, які виконують функції ТПВ) можуть бути рознесені як в рамках одного підприємства, так і в межах міста чи країни, що суттєво ускладнює процес керівництва.

2. Однорідність функцій, які повинен контролювати керівник організаційної одиниці ТПВ.

3. Складність функцій. Керівництво розглядається з точки зору можливості аналізу керівником типових, стандартизованих функцій підлеглими, тобто розглядається необхідний рівень компетентності та часу, необхідного для управління.

4. Керівництво і контроль. Фактор відображає час, який керівник витрачає на керівництво підрозділами.

5. Координація. Розглядається аспект, який враховує завантаження керівника в частині координації роботи його підрозділу з іншими організаційними одиницями в рамках технологічного процесу.

6. Планування. Фактор розглядає питання керівництва з погляду самостійності керівника підрозділу в частині планування роботи організаційної одиниці.

Модель індексу керівництва має вигляд:

$$I_K = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot f_i, \quad (2)$$

де g_i – вагові коефіцієнти, які розраховуються з використанням методу експертного парного порівняння;

– бали, призначені експертами для кожного фактора $f_i = \{1 \div 5\}$.

Модель визначення необхідної кількості фахівців, як функція декількох змінних, у загальному вигляді може бути представлена як

$$C_{K+T} = f(P_O, K_{\Pi}), \quad (3)$$

де P_O – ключові показники діяльності конкретного підприємства; K_{Π} – поправочні коефіцієнти.

Ключові показники визначають нормативи часу t_n на виконання робіт ТПВ. Поправочні коефіцієнти застосовуються для врахування всіх умов ТПВ [20].

Отримані моделі та алгоритми застосовуються для моделювання та аналізу ключових показників ТПВ і покладені в основу методу управління ефективністю ТПВ, який логічно поєднує в собі взаємопов'язані інструменти моделювання. Метод представлений у вигляді

алгоритму послідовних кроків по аналізу стану ТПВ, побудови відповідних моделей та імітаційного моделювання (рис. 3).

Метод передбачає попередній аналіз виробничої програми підприємства та планової кількості комплектів КТД, необхідних у звітному році відповідно до програми виробництва. Наступним кроком є аналіз та розрахунок необхідної кількості фахівців, задіяних у ТПВ. Потім потрібно здійснити розрахунок та проаналізувати норми керованості відповідно до затвердженої структури підпорядкованості та взаємозв'язків. Із розрахунків отримуємо індекс керівництва та оптимізуємо організаційну структуру ТПВ. Індекс керівництва також дозволяє визначити статистичні показники часу зайнятості в процесах затвердження документів та використовувати їх в імітаційних моделях з урахуванням розпорядку дня.

На наступних кроках здійснюється розробка шести моделей, які взаємодоповнюють одна одну і є основою для заповнення атрибутів сьомої моделі eEPS. Саме атрибути моделі eEPS дозволяють отримувати значення в часі ключових показників діяльності та застосовувати їх для розрахунку показника ефективності системи управління системою ТПВ.

Відповідно до методу оцінки якості системи управління, який є складовою частиною методу управління ефективністю ТПВ, імітаційне моделювання може здійснюватися як безпосередньо для визначення кількісних та якісних змін в системі після здійснення заходів щодо її оптимізації, так і постійно для контролю динаміки зміни показника ефективності в часі для прийняття управлінських рішень [15].

Для розробки архітектурних рішень інформаційної технології потрібно чітко визначити вхідні та вихідні дані, які будуть застосовуватися при їх обробці та наданні кінцевому користувачеві. У табл. 3 представлені

джерела, які забезпечили отримання інформації для розрахунків показника ефективності системи управління ТПВ при впровадженні отриманих досліджень.

Таблиця 3

Джерела отримання інформації

№	Показник діяльності	Джерела інформації
1	$K_{\text{КТД}}$	Планова документація підприємства, річний план
2	$I_{\text{ПАЗ}}$	SAP R3 та ін.
3	$T_{\text{КТД}}$	PDM-системи, ENOVIA та ін.
4	$\bar{B}_{\text{КТД}}$	ERP- системи управління підприємством
5	$K_{\text{СЗ}}$	Системи документообігу: Documentum, ENOVIA та ін.
6	K_{ISO}	

Наявність різноманітних систем передбачає рішення задачі їх інтеграції на рівні передачі даних до єдиної бази даних та системи обробки і розрахунків. На діаграмі взаємодії програм (рис. 4) представлена структурна схема розрахунку показника ефективності з урахуванням конвертації даних із різних систем. Як видно із діаграми основним відповідальним модулем інформаційної системи для розрахунку показника ефективності є модуль конвертації даних з PDM- та ERP-систем та системи потокового сканування, оскільки частина ключових показників фіксується, розраховується в інформаційних системах, а планові показники щодо кількості комплектів КТД зберігається на паперових носіях. Після імпорту даних вони зберігаються в електронних таблицях відповідної бази даних для подальшої обробки модулями розрахунків безрозмірних показників та безпосередньо для розрахунку показника ефективності ТПВ.

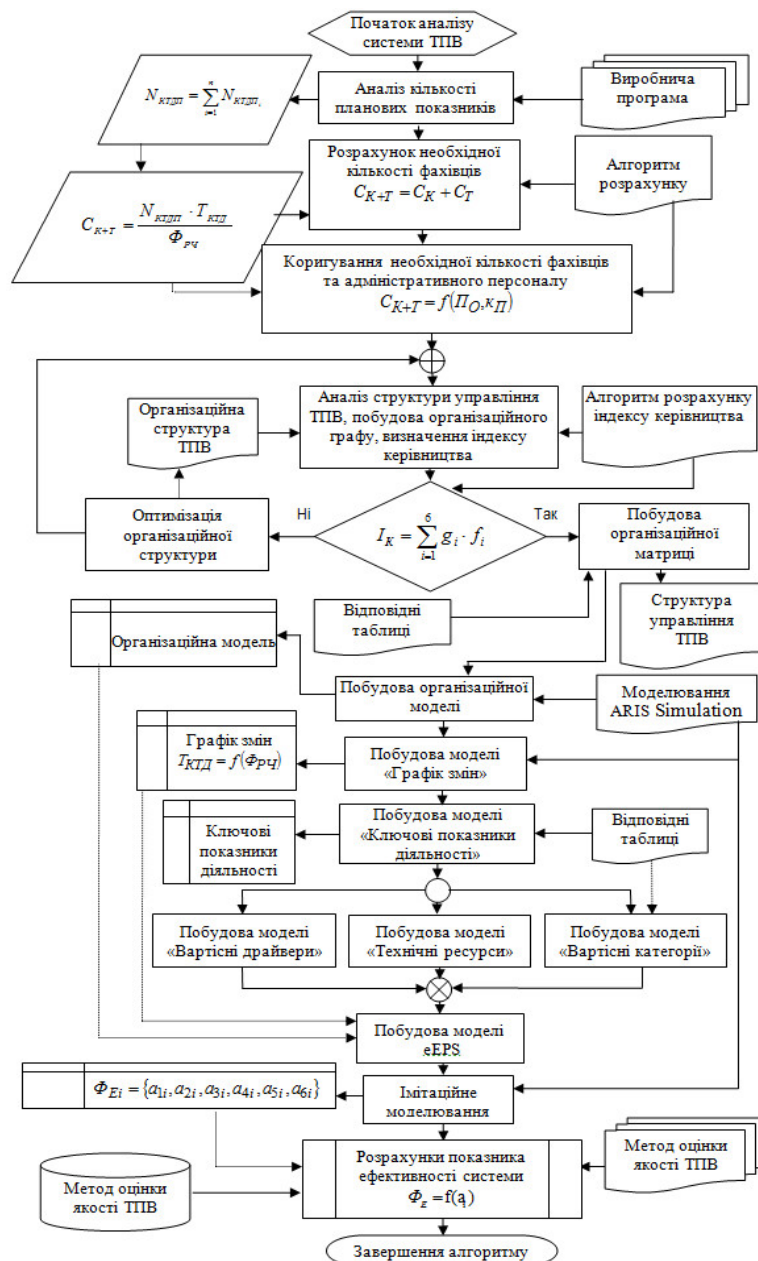


Рис. 3. Алгоритм методу аналізу та управління ефективністю ТПВ

Інформаційна технологія управління ефективністю ТПВ представлена у вигляді програмних модулів, відповідальних за обробку конкретних даних та здійснення розрахунків. На рис. 5 представлено архітектурні рішення розробленої інформаційної технології, які представлені типовими модулями, що реалізовані програмно із застосуванням відповідного апаратного забезпечення. База даних системи складається з кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку.

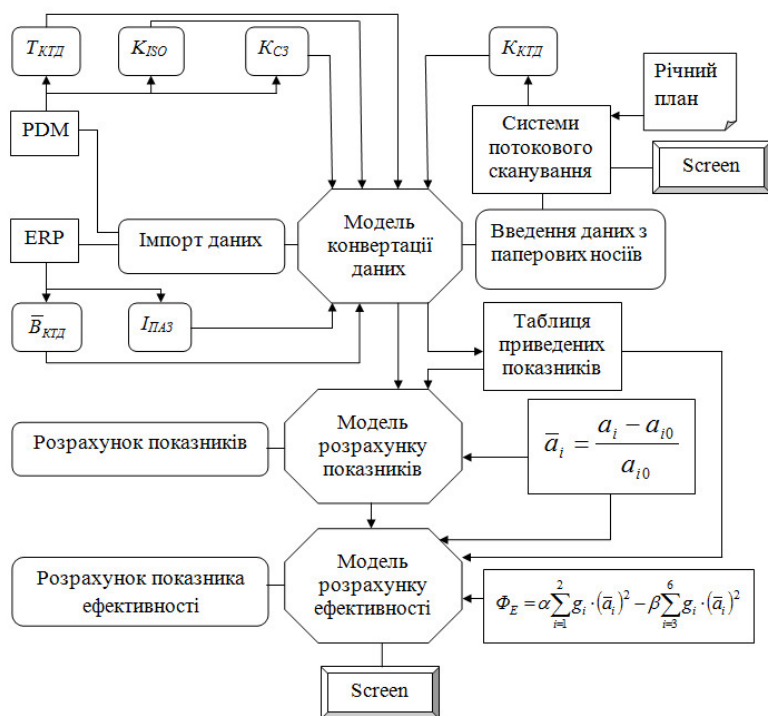


Рис. 4. Діаграма взаємодії програм розрахунку ефективності ТПВ

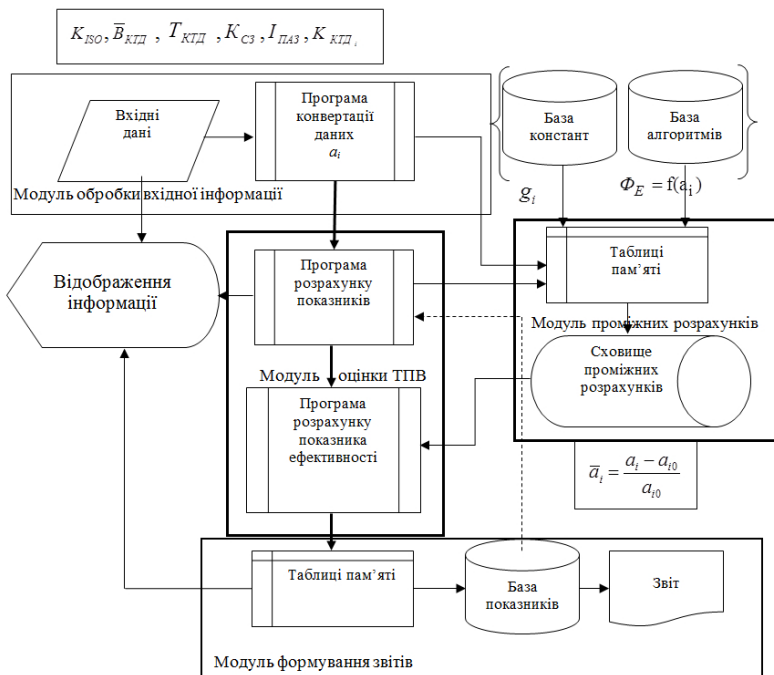


Рис. 5. Функціонально-структурна схема інформаційної технології управління технологічною підготовкою виробництва

Зворотний зв'язок від бази даних показників до модуля розрахунку показників введений для можливості накопичування показників з часом та використання їх для розрахунків трендів, прогнозів розвитку системи управління ТПВ, тобто для реалізації методу оцінки. Модуль динамічної пам'яті (масив) представлений таблицями пам'яті та сховищем проміжних результатів для зберігання результатів проміжних розрахунків та завантаження змінних коефіцієнтів і констант, необхідних для здійснення розрахунків.

Довгострокова пам'ять представлена трьома базами даних: базою констант, алгоритмів та показників. База алгоритмів та констант може програмуватися під нові алгоритми розрахунку або удосконалення існуючих. Константи також зберігаються у відповідних масивах постійного пристрою для їх зберігання.

Програмне забезпечення розроблене в середовищі Microsoft VisualBasic, яке має процедури та елементи об'єктно-орієнтованих і компонентно-орієнтованих мов програмування, що чітко відповідає вимогам бази даних та сутностям, які описують розроблені методи.

Запропонована інформаційна технологія реалізує розроблені моделі, методи та відповідне алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення. В автономному режимі вона може вирішувати тільки тестові задачі аналізу та управління ефективністю ТПВ. Повнофункціональне застосування розробленої інформаційної технології можливе в інформаційному середовищі автоматизованої ТПВ реалізованої на базі універсальної PDM-системи, наприклад, ENOVIA v5. Ця PDM-система має стандартні інтерфейси обліку даних з ERP-системами і CAD/CAM-системами та пропонує IPI інтерфейси для конвертації та інтеграції даних із розроблених (нових) програмних модулів та підсистем.

7. Висновки

В даній статті представлена методологія управління ефективністю промислового виробництва в вигляді сукупності нових методів управління виробничими даними і процесами на базі сучасних інформаційних технологій і систем. Метод оцінки виробничих процесів розраховує їх стійкість, необхідну кількість фахівців та визначає ефективність їх виконання. Метод управління ефективністю етапів ЖЦВ, на відміну від існуючих, використовує ключові показники діяльності підприємства, відображає стан та динаміку виробничих процесів в часі і забезпечує необхідні корегувальні дії.

Практична реалізація методології у вигляді розробленої інформаційної системи пройшла виробничу апробацію

на підприємствах машинобудівної галузі. За базовий етап ЖЦВ взято найбільш слабо формалізовані процеси управління ТПВ. Застосування отриманих результатів для процесів етапу ЖЦВ – «Виробництво» підтвердило їх адекватність та достовірність.

Розроблена методологія управління етапами ЖЦВ та інформаційна технологія забезпечує підви-

щення конкурентоспроможності сучасного промислового виробництва завдяки можливості здійснення оцінки ефективності управління на всіх етапах ЖЦВ та надання інформації користувачам, які приймають рішення щодо стратегії розвитку конкретного підприємства.

Література

1. Алехина, О. Ф. Моделирование эффективного управления производством на промышленных предприятиях [Текст] : автор. дис. ... д-р экон. наук : 08.00.05 / О. Ф. Алехина. – НГУ. Нижний Новгород, 2013. – 32 с.
2. Патваканов, С. С. Формирование системы оценки качества управления производством (на примере предприятий машиностроения) [Текст] : автор. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С. С. Патваканов. – МГТУ «Станки». М., 2009. – 20 с.
3. Павленко, П. М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління [Текст] : монографія / П. М. Павленко. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.
4. Очерedyкo, С. А. Глобальная трансформация промышленного бизнеса и новая концепция управления жизненным циклом изделия [Текст] / С. А. Очерedyкo. – Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса. – К.: Техника, 2001. – С. 626–646.
5. Мухин, А. В. Новая концепция организации промышленного производства [Текст] / А. В. Мухин // Промышленность России. – 2000. – № 6 (38). – С. 33–41.
6. Капустин, Н. М. Автоматизация промышленных процессов в машиностроении [Текст] / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н. М. Капустина. – М.: Высш. школа, 2004. – 415 с.
7. Пономарев, В. М. Системное проектирование интегрированных производственных комплексов [Текст] / В. М. Пономарев. – Л.: Машиностроение, 1986. – 319 с.
8. Абрамова, И. Г. Объектно-ориентированные модели конструкторско-технологической подготовки производства [Текст] / И. Г. Абрамова // Вестник САМГУ, естественнонаучная серия. – 2008. – № 6 (65). – С. 12–19.
9. Schekkerman, J. Trends in Enterprise Architecture 2005: How are Organizations Progressing? [Text] / J. Schekkerman. – The Institute for Enterprise Architecture Development, 2005. – 245 p.
10. Тюленев, Л. В. Организация и планирование машиностроительного производства [Текст] : уч. пос. / Л. В. Тюленев. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2001. – 304 с.
11. Lutsenko, I. Development of a system-grounded criterion of optimal control [Текст] / I. Lutsenko, V. Titjuk, A. Mihajlenko // Вісник Кременчуцького політехнічного університету. – 2010. – № 5 (64) – С. 15–23.
12. Репин, В. В. Опыт внедрения систем управления бизнес-процессами [Текст] / В. В. Репин // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 5. – С. 12–17.
13. Бондарь, О. Анализ эффективности предприятия [Текст] : учебник / О. Бондарь. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 221 с.
14. Павленко, П. М. Метод відбору ключових показників ефективності технологічної підготовки виробництва [Текст] / П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник Інженерної академії. – 2013. – № 3/4. – С. 277–283.
15. Pavlenko, P. The method of analysis and performance management of dispersed production planning [Text] / P. Pavlenko, A. Khlevnoj // Вісник НАУ. – 2014. – № 2. – С. 55–61.
16. Scheer, A. W. Business Process Engineering: Reference Models for Industrial Enterprises [Text] / A. W. Scheer. – Springer, New York, 1995. – 217 p.
17. Law, A. M. Simulation Modeling and Analysis [Text] / A. M. Law, W. D. Kelton; 3-rd edit – New York: McGraw-Hill Publishing Co, 2000. – 560 p.
18. Highsmith, J. Agile Project Management: Creating Innovative Products [Text] / J. Highsmith. – Pearson Education, 2004. – 312 p.
19. Kestelyn, J. The future of enterprise Applications [Text] / J. Kestelyn. – Intelligent enterprise, 2003. – P. 27–39.
20. Ткаченко, А. М. Контролінг в системі управління промисловим підприємством [Текст] : монографія / А. М. Ткаченко. – Запорізька державна інженерна академія, 2006. – 194 с.